Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies
Online ISSN 2278-8808, SJIF 2021 = 7.380,
https://www.srjis.com/issues_data/219
Peer Reviewed, Refereed & Indexed Journal, JULY-AUG, 2023, Vol- 12/78

शिक्षक शिक्षणामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आधारित सूक्ष्म-अध्यापन (Microteaching) तंत्राची परिणामकारकता : भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्य विकासाच्या संदर्भात एक चिकित्सक अभ्यास

(Effectiveness of Artificial Intelligence (AI)-Based Microteaching Technique in Teacher Education: A Critical Study in the Context of Teaching Skill Development among Prospective Teachers.)

डॉ. भाऊसाहेब आंधळे
प्राचार्य, पुण्यश्लोक आहिल्यादेवी, अध्यापक महाविद्यालय सांगवी,
तालुका. अहमदपूर, जिल्हा. लातूर., Email Id: bhausahebandhale@gmail.com
डॉ. सोमनाथ किशनराव पचलिंग
सहाय्यक प्राध्यापक व संशोधन मार्गदर्शक, सहयोग सेवाभावी संस्था कॉलेज ऑफ एज्युकेशन ,
विष्णुपुरी, नांदेड, Email Id: Skpachling2@gmail.com

Paper Received On: 25 AUG 2023
Peer Reviewed On: 28 AUG 2023
Published On: 01 SEPT 2023

Abstract

वर्तमान काळात कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence – AI) ही शिक्षण क्षेत्रातील एक महत्त्वपूर्ण परिवर्तनकारी तंत्रज्ञान म्हणून उदयास आली आहे. शिक्षणाच्या विविध स्तरांवर AI चा वापर वाढत असताना शिक्षक शिक्षण क्षेत्रातही तिच्या उपयुक्ततेचा विचार करणे आवश्यक झाले आहे. शिक्षक प्रशिक्षणामध्ये भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्यांचा विकास करण्यासाठी सूक्ष्म-अध्यापन (Microteaching) हे एक प्रभावी प्रशिक्षण तंत्र मानले जाते. पारंपरिक सूक्ष्म-अध्यापनामध्ये नियोजन, अध्यापन, निरीक्षण, अभिप्राय, पुनर्नियोजन आणि पुनरध्यापन या प्रक्रियांना महत्त्व दिले जाते. तथापि, या प्रक्रियेमध्ये प्रत्येक प्रशिक्षणार्थ्याला त्वरित, वैयक्तिक, वस्तुनिष्ठ आणि कौशल्याधिष्ठित अभिप्राय देण्याच्या दृष्टीने काही व्यावहारिक मर्यादा दिसून येतात.या पार्श्वभूमीवर कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने सूक्ष्म-अध्यापन प्रक्रियेमध्ये नवीन संधी निर्माण होत आहेत. AI आधारित प्रणालींच्या मदतीने पाठनियोजन, प्रश्ननिर्मिती, भाषिक अभिव्यक्ती, अध्यापनातील संवाद, अध्यापनाची रचना, अभिप्राय आणि स्वमूल्यमापन या घटकांचे विश्लेषण करणे शक्य होऊ शकते. प्रस्तुत संशोधन पेपरचा मुख्य उद्देश शिक्षक शिक्षणामध्ये AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन तंत्राची उपयुक्तता, परिणामकारकता, संभाव्य आव्हाने आणि भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्य विकासातील योगदान यांचे चिकित्सक विश्लेषण करणे हा आहे.या अभ्यासासाठी सैद्धांतिक व चिकित्सक साहित्य समीक्षा पद्धतीचा अवलंब करण्यात आला आहे. सूक्ष्म-अध्यापन, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, शिक्षक शिक्षण, डिजिटल अभिप्राय आणि AI आधारित अध्यापन प्रशिक्षण यांसंबंधी उपलब्ध संशोधन साहित्याचा विचार करण्यात आला आहे. उपलब्ध संशोधनातून AI आधारित अभिप्राय, सिम्युलेशन आणि पुनरावृत्तीच्या सरावामुळे भावी शिक्षकांच्या व्यावसायिक कौशल्य विकासाला सहाय्य मिळू शकते, असे सूचित होते. तथापि, AI कडून मिळणाऱ्या अभिप्रायाची अचूकता, विश्वासार्हता, नैतिकता, वैयक्तिक माहितीचे संरक्षण आणि शिक्षकांच्या व्यावसायिक निर्णयक्षमतेचे महत्त्व यांचाही विचार करणे आवश्यक आहे. प्रस्तुत अभ्यासातून AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन हे पारंपरिक सूक्ष्म-

Copyright © 2023, Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies

अध्यापनाला पर्याय नसून त्याला पूरक ठरणारे तंत्रज्ञानाधिष्ठित प्रशिक्षण माध्यम असल्याचा निष्कर्ष मांडण्यात आला आहे.

मुख्य शब्द *: कृत्रिम बुद्धिमत्ता, शिक्षक शिक्षण, सूक्ष्म-अध्यापन, भावी शिक्षक, अध्यापन कौशल्ये, डिजिटल अभिप्राय, शैक्षणिक तंत्रज्ञान, स्वमूल्यमापन.*

१. प्रस्तावना (Introduction)

एकविसाव्या शतकात विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या विकासामुळे मानवी जीवनाच्या विविध क्षेत्रांमध्ये आमूलाग्र बदल घडून आले आहेत. माहिती आणि संप्रेषण तंत्रज्ञानाच्या विकासानंतर कृत्रिम बुद्धिमत्तेने ज्ञाननिर्मिती, माहितीचे विश्लेषण, निर्णयप्रक्रिया आणि समस्या निराकरण यांसारख्या क्षेत्रांमध्ये महत्त्वपूर्ण स्थान प्राप्त केले आहे. शिक्षण क्षेत्रही या तांत्रिक परिवर्तनापासून अलिप्त राहिलेले नाही. पारंपरिक अध्यापन पद्धतींसोबत डिजिटल शिक्षण, ऑनलाइन अध्ययन, आभासी वर्ग, अनुकूली अध्ययन प्रणाली आणि जनरेटिव्ह कृत्रिम बुद्धिमत्ता यांचा वापर वाढत आहे.शिक्षण व्यवस्थेतील कोणत्याही परिवर्तनामध्ये शिक्षकाची भूमिका अत्यंत महत्त्वपूर्ण असते. शिक्षक हा केवळ ज्ञान देणारा घटक नसून अध्ययन-अध्यापन प्रक्रियेचे नियोजन करणारा, विद्यार्थ्यांच्या गरजा समजून घेणारा, अध्ययनाला चालना देणारा आणि शैक्षणिक मूल्यांची जोपासना करणारा व्यावसायिक घटक आहे. त्यामुळे आधुनिक शिक्षक शिक्षणामध्ये विषयज्ञानाबरोबरच अध्यापन कौशल्ये, तंत्रज्ञानविषयक क्षमता, चिकित्सक विचार, संवाद कौशल्ये आणि चिंतनशील अध्यापन विकसित करणे आवश्यक आहे.भावी शिक्षकांना प्रभावी अध्यापनासाठी तयार करण्याच्या प्रक्रियेमध्ये सूक्ष्म-अध्यापनाला विशेष महत्त्व आहे. सूक्ष्म-अध्यापनाच्या माध्यमातून प्रशिक्षणार्थ्याला मर्यादित वेळेत, मर्यादित विद्यार्थ्यांसमोर आणि विशिष्ट अध्यापन कौशल्याचा वापर करून अध्यापनाचा सराव करता येतो. यामुळे प्रशिक्षणार्थ्याला स्वतःच्या अध्यापनातील बलस्थाने आणि मर्यादा ओळखण्याची संधी मिळते.पारंपरिक सूक्ष्म-अध्यापनामध्ये प्राध्यापक किंवा पर्यवेक्षकाकडून अभिप्राय दिला जातो. मात्र प्रशिक्षणार्थ्यांची संख्या अधिक असल्यास प्रत्येकाला स्वतंत्र आणि सविस्तर अभिप्राय देणे वेळखाऊ ठरू शकते. याशिवाय निरीक्षणामध्ये व्यक्तिनिष्ठतेची शक्यता असते. अशा परिस्थितीत कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित साधने अध्यापन प्रशिक्षण अधिक विश्लेषणात्मक, वैयक्तिक आणि सातत्यपूर्ण करण्यासाठी उपयोगी ठरू शकतात म्हणूनच शिक्षक शिक्षणामध्ये AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन तंत्राचा वापर, त्याची परिणामकारकता आणि भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्य विकासातील भूमिका यांचा अभ्यास करणे वर्तमान शैक्षणिक परिस्थितीत महत्त्वपूर्ण ठरते.

२. संशोधनाची पार्श्वभूमी (Background of the Study)

सूक्ष्म-अध्यापन ही शिक्षक प्रशिक्षणातील कौशल्याधिष्ठित प्रशिक्षण प्रक्रिया आहे. Allen आणि Ryan यांनी सूक्ष्म-अध्यापनाच्या संकल्पनेचा शिक्षक प्रशिक्षणामध्ये उपयोग स्पष्ट केला. या तंत्रामध्ये मोठ्या वर्गातील गुंतागुंतीच्या अध्यापन प्रक्रियेचे लहान घटकांमध्ये विभाजन करून प्रत्येक कौशल्याचा स्वतंत्र सराव केला जातो.

सामान्यतः सूक्ष्म-अध्यापन चक्रामध्ये पुढील टप्पे समाविष्ट असतात:

१. पाठनियोजन (Planning)२. सूक्ष्म-अध्यापन (Teaching)३. निरीक्षण (Observation)४. अभिप्राय (Feedback)५. पुनर्नियोजन (Re-planning)६. पुनरध्यापन (Re-teaching)७. पुनर्निरीक्षण (Re-observation)

या प्रक्रियेमध्ये AI चा समावेश केल्यास प्रशिक्षणार्थ्याला अध्यापनाचे व्हिडिओ विश्लेषण, भाषिक अभिव्यक्तीचे निरीक्षण, अध्यापनातील प्रश्नांचे वर्गीकरण, पाठनियोजनाचे विश्लेषण आणि सुधारणा सूचना

मिळू शकतात.UNESCO (2024) ने प्रसिद्ध केलेल्या AI Competency Framework for Teachers मध्ये शिक्षकांच्या AI सक्षमीकरणासाठी मानवी-केंद्रित दृष्टिकोन, AI नैतिकता, AI ची मूलतत्त्वे व उपयोग, AI अध्यापनशास्त्र आणि व्यावसायिक अध्ययन या पाच महत्त्वपूर्ण आयामांचा समावेश केला आहे. त्यामुळे AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाचा विचार केवळ तांत्रिक वापर म्हणून न करता शिक्षकांच्या सर्वांगीण व्यावसायिक विकासाच्या संदर्भात करणे आवश्यक आहे.

३. संशोधन समस्येचे विधान (Statement of the Problem)

शिक्षक शिक्षणामध्ये भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्यांचा विकास करण्यासाठी सूक्ष्म-अध्यापन तंत्राचा वापर केला जातो. तथापि, पारंपरिक सूक्ष्म-अध्यापन प्रक्रियेमध्ये अभिप्राय देण्याची गती, वैयक्तिक मार्गदर्शन, वस्तुनिष्ठ मूल्यमापन आणि सातत्यपूर्ण निरीक्षण या संदर्भात काही मर्यादा आढळतात.कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या विकासामुळे अध्यापनाचे विश्लेषण, कौशल्याधिष्ठित अभिप्राय, अध्यापनातील त्रुटींचे निदान आणि प्रशिक्षणार्थ्यांच्या स्वमूल्यमापनासाठी नवीन संधी निर्माण झाल्या आहेत. मात्र या तंत्रज्ञानाचा वापर शिक्षक शिक्षणामध्ये कोणत्या स्वरूपात करावा, त्याचा अध्यापन कौशल्य विकासावर कसा परिणाम होऊ शकतो आणि त्यासंबंधी कोणती शैक्षणिक व नैतिक आव्हाने आहेत, यांचा चिकित्सक अभ्यास करणे आवश्यक आहे.

त्यामुळे प्रस्तुत संशोधन समस्येचे विधान पुढीलप्रमाणे करण्यात आले आहे :

"शिक्षक शिक्षणामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आधारित सूक्ष्म-अध्यापन तंत्राची परिणामकारकता : भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्य विकासाच्या संदर्भात एक चिकित्सक अभ्यास."

४. संशोधनाची गरज व महत्त्व (Need and Significance of the Study)

प्रस्तुत संशोधनाची गरज पुढील बाबींमुळे स्पष्ट होते.

१. आधुनिक शिक्षक शिक्षणाची गरज : आधुनिक काळातील शिक्षकांना पारंपरिक अध्यापन कौशल्यांसोबत डिजिटल आणि AI साक्षरता प्राप्त असणे आवश्यक आहे.

२. वैयक्तिक अभिप्राय : प्रत्येक प्रशिक्षणार्थ्याच्या अध्यापन क्षमतेनुसार सुधारणा सूचना देण्यासाठी AI सहाय्यक ठरू शकते.

३. अध्यापन कौशल्य विकास : प्रश्न विचारणे, स्पष्टीकरण देणे, उदाहरणांचा वापर करणे आणि विद्यार्थ्यांचा सहभाग वाढवणे या कौशल्यांच्या विकासाला सहाय्य मिळू शकते.

४. स्वमूल्यमापन : स्वतःच्या अध्यापनाचे ध्वनीचित्रफितीच्या माध्यमातून विश्लेषण करण्याची संधी मिळते.

५. वेळेची बचत : प्राथमिक अभिप्राय आणि अध्यापनातील काही निरीक्षणांचे विश्लेषण अधिक वेगाने करता येऊ शकते.

६. चिंतनशील अध्यापन : प्रशिक्षणार्थ्यांना स्वतःच्या अध्यापनाचे चिकित्सक विश्लेषण करण्याची सवय लागण्यास मदत होऊ शकते.

७. शैक्षणिक गुणवत्ता : शिक्षक प्रशिक्षण संस्थांमधील अध्यापन सराव अधिक नियोजनबद्ध आणि पुराव्याधारित करण्यासाठी मदत होऊ शकते.

५. संशोधनाची उद्दिष्टे (Objectives of the Study)

प्रस्तुत संशोधनाची उद्दिष्टे पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. शिक्षक शिक्षणामध्ये AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन तंत्राची संकल्पना आणि स्वरूप स्पष्ट करणे.

२. पारंपरिक आणि AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन तंत्रांमधील साम्य व भेदांचा अभ्यास करणे.

३. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाच्या माध्यमातून भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्य विकासाच्या शक्यतांचा अभ्यास करणे.

४. AI आधारित अभिप्रायाच्या उपयुक्ततेचे चिकित्सक विश्लेषण करणे.
५. भावी शिक्षकांच्या स्वमूल्यमापन आणि चिंतनशील अध्यापन क्षमतेच्या विकासातील AI ची भूमिका स्पष्ट करणे.
६. शिक्षक शिक्षणामध्ये AI वापरासंबंधी उद्भवणाऱ्या शैक्षणिक, तांत्रिक आणि नैतिक आव्हानांचा अभ्यास करणे.
७. शिक्षक शिक्षण संस्थांमध्ये AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाच्या प्रभावी वापरासाठी शिफारशी सुचविणे.

६. संशोधन प्रश्न (Research Questions)

१. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन म्हणजे काय आणि त्याचे शैक्षणिक स्वरूप कोणते आहे?
२. पारंपरिक सूक्ष्म-अध्यापनाच्या तुलनेत AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन कोणत्या बाबतीत उपयुक्त ठरू शकते?
३. AI आधारित अभिप्रायामुळे भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्य विकासाला कशा प्रकारे सहाय्य मिळते?
४. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनामुळे प्रशिक्षणार्थ्यांच्या स्वमूल्यमापन आणि चिंतनशील क्षमतेत सुधारणा होण्याची कोणती शक्यता आहे?
५. शिक्षक शिक्षणामध्ये AI चा वापर करताना कोणती नैतिक व तांत्रिक आव्हाने निर्माण होतात?

७. संशोधनाची पद्धती (Research Methodology)

प्रस्तुत संशोधनासाठी सैद्धांतिक आणि चिकित्सक साहित्य समीक्षा पद्धतीचा (Conceptual and Critical Literature Review Method) अवलंब करण्यात आला आहे.

७.१ संशोधनाचे स्वरूप

प्रस्तुत संशोधन हे वर्णनात्मक, विश्लेषणात्मक आणि चिकित्सक स्वरूपाचे आहे. यामध्ये उपलब्ध शैक्षणिक साहित्य, संशोधन लेख, आंतरराष्ट्रीय संस्थांचे अहवाल आणि शिक्षक शिक्षणाशी संबंधित संशोधन निष्कर्षांचा विचार करण्यात आला आहे.

७.२ माहितीचे स्रोत

प्रस्तुत अभ्यासासाठी पुढील प्रकारच्या दुय्यम माहिती स्रोतांचा आधार घेण्यात आला आहे.
आंतरराष्ट्रीय संशोधन नियतकालिकांतील संशोधन लेख.
शिक्षक शिक्षण आणि सूक्ष्म-अध्यापन विषयक संदर्भग्रंथ.
UNESCO चे कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि शिक्षक क्षमता विषयक प्रकाशन.
AI आधारित अध्यापन प्रशिक्षणावरील प्रायोगिक संशोधन.
डिजिटल अध्यापन, अभिप्राय आणि सिम्युलेशन आधारित अध्ययनावरील संशोधन.

७.३ साहित्य निवडीचा दृष्टिकोन

साहित्य निवडताना सूक्ष्म-अध्यापन, भावी शिक्षकांचे व्यावसायिक प्रशिक्षण, कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित अभिप्राय, सिम्युलेशन आणि AI साक्षरता या विषयांशी थेट संबंधित साहित्याला प्राधान्य देण्यात आले आहे. विशेषतः २०२४ ते २०२६ या कालावधीतील उपलब्ध संशोधनाला महत्त्व दिले असून सूक्ष्म-अध्यापनाच्या मूलभूत संकल्पनेसाठी पूर्वकालीन संदर्भांचाही विचार केला आहे.
ही निवडक चिकित्सक साहित्य समीक्षा आहे; ती सर्व प्रकाशित संशोधनांचा समावेश करणारी पद्धतशीर Systematic Review असल्याचा दावा करत नाही.

७.४ माहितीचे विश्लेषण

उपलब्ध साहित्याचे पुढील प्रमुख विषयांच्या आधारे विश्लेषण करण्यात आले आहे :

१. AI आधारित अध्यापन अभिप्राय.
२. सूक्ष्म-अध्यापनातील अध्यापन कौशल्य विकास.
३. भावी शिक्षकांची तंत्रज्ञानविषयक क्षमता.
४. चिंतनशील अध्यापन आणि स्वमूल्यमापन.
५. AI वापरातील नैतिक व व्यावहारिक आव्हाने.
८. सूक्ष्म-अध्यापनाची संकल्पना व स्वरूप (Concept and Nature of Microteaching)
सूक्ष्म-अध्यापन म्हणजे अध्यापन प्रक्रियेचे लहान घटकांमध्ये विभाजन करून विशिष्ट अध्यापन कौशल्यांचा नियंत्रित परिस्थितीत सराव करण्याची प्रशिक्षण पद्धती होय.या पद्धतीमध्ये प्रशिक्षणार्थीला कमी वेळेत आणि मर्यादित विद्यार्थ्यांसमोर अध्यापन करण्याची संधी दिली जाते. त्यानंतर निरीक्षकांकडून अभिप्राय दिला जातो आणि आवश्यक सुधारणा करून पुनरध्यापन केले जाते.

सूक्ष्म-अध्यापनाची प्रमुख वैशिष्ट्ये पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. मर्यादित अध्यापन वेळ.२. मर्यादित विद्यार्थी संख्या.३. विशिष्ट अध्यापन कौशल्यावर लक्ष केंद्रित करणे.४. नियंत्रित अध्यापन परिस्थिती.५. निरीक्षण आणि अभिप्राय.६. पुनरध्यापनाची संधी.७. अध्यापन कौशल्यांचे क्रमिक संपादन.

८.१ सूक्ष्म-अध्यापनातील महत्त्वाची कौशल्ये

1.प्रस्तावना कौशल्य 2 स्पष्टीकरण कौशल्य. 3 प्रश्न विचारण्याचे कौशल्य. 4 उदाहरणांचा वापर करण्याचे कौशल्य.5 उद्दीपन परिवर्तन कौशल्य.6 फळा लेखन कौशल्य.7.दृकश्राव्य साधनांचा वापर.8.अध्यापन समारोप कौशल्य.विद्यार्थ्यांच्या सहभागाला प्रोत्साहन देण्याचे कौशल्य.
ही कौशल्ये विकसित करण्यासाठी AI आधारित निरीक्षण आणि अभिप्राय पूरक ठरू शकतात.

९. कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाची संकल्पना (Concept of AI-Based Microteaching)

AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन म्हणजे कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने भावी शिक्षकांच्या सूक्ष्म-अध्यापनाचे नियोजन, निरीक्षण, विश्लेषण, मूल्यमापन आणि सुधारणा करण्यासाठी वापरली जाणारी तंत्रज्ञानाधिष्ठित प्रशिक्षण प्रक्रिया होय.या प्रक्रियेत जनरेटिव्ह AI, नैसर्गिक भाषा प्रक्रिया (Natural Language Processing), ध्वनी व दृश्य विश्लेषण, डिजिटल सिम्युलेशन आणि स्वयंचलित अभिप्राय प्रणाली यांचा उपयोग करता येतो.
उदाहरणार्थ, प्रशिक्षणार्थी एखाद्या विषयावर दहा मिनिटांचे सूक्ष्म-अध्यापन करतो. त्याचे ध्वनिचित्रण केले जाते. त्यानंतर AI च्या मदतीने पाठनियोजन, प्रश्नांची गुणवत्ता, भाषिक स्पष्टता, वेळेचे व्यवस्थापन आणि अध्यापनातील संवाद यांचे प्राथमिक विश्लेषण करता येते. हे विश्लेषण प्रशिक्षकाच्या निरीक्षणाशी पडताळून प्रशिक्षणार्थ्याला सुधारणा सूचना दिल्या जातात.
AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाचे स्वरूप पुढीलप्रमाणे स्पष्ट करता येते.

९.१ पाठनियोजनामध्ये AI चा वापर

AI च्या साहाय्याने अध्ययन उद्दिष्टे, अध्यापन मुद्दे, उदाहरणे, प्रश्न, अध्ययन कृती आणि मूल्यमापन प्रश्न तयार करण्यास मदत मिळू शकते. मात्र AI निर्मित पाठनियोजनाची विषयशुद्धता आणि विद्यार्थ्यांच्या गरजांशी सुसंगती शिक्षकाने तपासणे आवश्यक आहे.

९.२ अध्यापन कौशल्यांचे विश्लेषण

प्रशिक्षणार्थ्याच्या अध्यापनाचे ध्वनिचित्रण करून बोलण्याचा वेग, विराम, भाषिक स्पष्टता, प्रश्न विचारण्याची वारंवारता आणि अध्यापनातील वेळेचा वापर यांचे विश्लेषण करता येऊ शकते.

९.३ वैयक्तिक अभिप्राय

AI प्रशिक्षणार्थ्याला अध्यापनातील संभाव्य बलस्थाने आणि सुधारणेच्या क्षेत्रांबद्दल अभिप्राय देऊ शकते. उदाहरणार्थ, प्रश्न अधिक स्पष्ट विचारणे, उदाहरणे विद्यार्थ्यांच्या अनुभवांशी जोडणे आणि स्पष्टीकरण अधिक संक्षिप्त ठेवणे अशा सूचना देता येतात.

९.४ पुनरध्यापनासाठी मार्गदर्शन

AI कडून मिळालेल्या अभिप्रायाचा विचार करून प्रशिक्षणार्थी पाठाचे पुनर्नियोजन करू शकतो. त्यानंतर पुन्हा अध्यापन करून स्वतःच्या प्रगतीचे निरीक्षण करू शकतो.

९.५ स्वमूल्यमापन आणि चिंतन

AI आधारित विश्लेषणामुळे प्रशिक्षणार्थ्याला स्वतःच्या अध्यापनाचे पुनरावलोकन करता येते. कोणते कौशल्य चांगल्या प्रकारे वापरले गेले आणि कोणत्या कौशल्यात सुधारणा आवश्यक आहे, याची जाणीव विकसित होऊ शकते.

१०. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनामध्ये वापरता येणारी साधने

शिक्षक शिक्षणामध्ये पुढील AI साधनांचा सहाय्यक स्वरूपात वापर करता येऊ शकतो.

१. ChatGPT : पाठनियोजन, अध्ययन उद्दिष्टे, प्रश्ननिर्मिती, उदाहरणे आणि अभिप्राय तयार करण्यासाठी.

२. Google Gemini : विषयवस्तूचे विश्लेषण, अध्ययन साहित्य आणि अध्यापन कृतींच्या नियोजनासाठी.

३. Microsoft Copilot : सादरीकरण, पाठ आराखडा आणि शैक्षणिक साहित्य निर्मितीसाठी.

४. AI आधारित Speech-to-Text साधने : अध्यापनाचे ध्वनीमुद्रण मजकुरात रूपांतरित करून भाषिक विश्लेषणासाठी.

५. व्हिडिओ विश्लेषण साधने : अध्यापनाचे ध्वनिचित्रण, वेळेचे निरीक्षण आणि दृश्य वर्तनाच्या प्राथमिक विश्लेषणासाठी.

६. डिजिटल सिम्युलेशन साधने : आभासी वर्गस्थिती निर्माण करून अध्यापनाचा सराव करण्यासाठी.

वरील सर्व साधनांमध्ये समान प्रकारची क्षमता उपलब्ध असेलच असे नाही. विशेषतः AI आधारित व्हिडिओ विश्लेषणासाठी विशिष्ट तांत्रिक सुविधा आवश्यक असू शकतात. त्यामुळे साधनांची प्रत्यक्ष क्षमता तपासूनच त्यांचा वापर करणे उचित ठरते.

11. संबंधित संशोधन साहित्याचा चिकित्सक आढावा (Review of Related Literature)

AI आधारित शिक्षक शिक्षण आणि सूक्ष्म-अध्यापनाच्या परिणामकारकतेचा अभ्यास करण्यासाठी अलीकडील संशोधन साहित्य महत्त्वाचे ठरते.

11.1 Allen आणि Ryan (1969)-Allen आणि Ryan यांनी Microteaching या ग्रंथामध्ये शिक्षक प्रशिक्षणासाठी सूक्ष्म-अध्यापनाची संकल्पना, घटक-कौशल्य पद्धती, प्रशिक्षणाची रचना, व्हिडिओ रेकॉर्डिंग, अभिप्राय आणि पुनरध्यापन यांचे विवेचन केले. त्यांच्या कार्यामुळे कौशल्याधिष्ठित शिक्षक प्रशिक्षणाच्या संकल्पनेला महत्त्वपूर्ण आधार प्राप्त झाला.

11.2 UNESCO (2024)-UNESCO ने AI Competency Framework for Teachers प्रकाशित केले. या चौकटीमध्ये शिक्षकांच्या AI क्षमतांचा विकास करण्यासाठी पाच आयाम आणि पंधरा क्षमता निश्चित केल्या आहेत. मानवी-केंद्रित दृष्टिकोन, AI नैतिकता, AI चे मूलभूत ज्ञान, AI अध्यापनशास्त्र आणि व्यावसायिक अध्ययन या बाबी शिक्षक शिक्षणासाठी महत्त्वपूर्ण आहेत.

11.3 Yuan आणि सहकारी (2025)-Yuan आणि सहकाऱ्यांनी जनरेटिव्ह AI सक्षम सूक्ष्म-अध्यापन आणि Lesson Study च्या माध्यमातून भावी माध्यमिक गणित शिक्षकांच्या Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) विकासाचा अभ्यास केला. नऊ दिवसांच्या ऑनलाइन प्रशिक्षण

शिबिरामध्ये २१ प्रशिक्षणार्थ्यांचा सहभाग होता. पूर्वचाचणी, उत्तरचाचणी, अध्यापन साहित्य आणि चिंतनात्मक नोंदींच्या साहाय्याने माहितीचे विश्लेषण करण्यात आले. या संशोधनातून GenAI चा नियोजित आणि सहयोगात्मक वापर शिक्षकांच्या तंत्रज्ञानाधिष्ठित अध्यापनविषयक ज्ञानाच्या विकासासाठी उपयुक्त ठरू शकतो, असे सूचित होते.

11.4 Bauer आणि सहकारी (2025)-Bauer आणि सहकाऱ्यांनी शिक्षक शिक्षणातील सिम्युलेशनमध्ये AI आधारित अनुकूली अभिप्रायाची परिणामकारकता तपासली. जर्मनीतील पाच विद्यापीठांमधील ३३२ भावी शिक्षकांचा या क्षेत्रीय प्रायोगिक अभ्यासात सहभाग होता. संशोधनात AI आधारित अनुकूली अभिप्राय, स्थिर अभिप्राय आणि सिम्युलेशन नसलेला नियंत्रण गट यांची तुलना करण्यात आली. अनुकूली अभिप्रायामुळे प्रशिक्षणार्थ्यांच्या निदानात्मक स्पष्टीकरणाच्या गुणवत्तेत सुधारणा दिसून आली; मात्र निर्णयाच्या अचूकतेत लक्षणीय फरक आढळला नाही. या संशोधनातून AI अभिप्रायाचा परिणाम कौशल्याच्या स्वरूपानुसार बदलू शकतो, हे स्पष्ट होते.

11.5 Zhang आणि सहकारी (2026)-Zhang आणि सहकाऱ्यांनी Teaching and Teacher Education या नियतकालिकात प्रसिद्ध केलेल्या संशोधनामध्ये AI आधारित आणि शिक्षकांनी दिलेल्या अभिप्रायाचा भावी गणित शिक्षकांच्या अध्यापन आत्मप्रभावीतेवर होणारा परिणाम तपासला. या अर्धप्रायोगिक अभ्यासामध्ये ३९ प्रशिक्षणार्थ्यांचा सहभाग होता. AI आणि शिक्षक या दोन्ही प्रकारच्या अभिप्रायामुळे अध्यापन आत्मप्रभावीतेमध्ये सुधारणा दिसून आली. तथापि, शिक्षकांकडून मिळालेल्या अभिप्रायाची विश्वासार्हता आणि उपयुक्तता प्रशिक्षणार्थ्यांनी तुलनेने अधिक मानली. यावरून AI अभिप्राय उपयुक्त असला तरी मानवी प्रशिक्षकाची भूमिका महत्त्वपूर्ण असल्याचे दिसून येते.

11.6 Lee, Yoo आणि Lee (2026)-Lee आणि सहकाऱ्यांनी विशेष शिक्षणातील भावी शिक्षकांसाठी AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन मूल्यमापन व अभिप्राय प्रणालीचा स्वीकार तपासला. या मिश्र संशोधन अभ्यासात UTAUT चौकटीचा उपयोग करण्यात आला. संशोधनामध्ये प्रशिक्षणार्थ्यांच्या तंत्रज्ञान स्वीकारण्याची तयारी, वापरातील सुलभता, अपेक्षित उपयुक्तता आणि AI अभिप्रायाबाबतच्या अनुभवांचा विचार करण्यात आला. AI प्रणालीकडून मिळणारा पुराव्याधारित अभिप्राय उपयुक्त ठरू शकतो; मात्र संदर्भ समजण्यात येणाऱ्या चुका, अभिप्रायातील विसंगती आणि तांत्रिक अडचणी यांसारख्या मर्यादाही अधोरेखित झाल्या.

11.7 साहित्य समीक्षेचे एकत्रित विश्लेषण

वरील संशोधन साहित्याच्या आधारे पुढील बाबी स्पष्ट होतात :

१. AI आधारित अभिप्राय भावी शिक्षकांच्या व्यावसायिक विकासाला सहाय्य करू शकतो.

२. AI आधारित सिम्युलेशन प्रशिक्षणार्थ्यांना सुरक्षित वातावरणात अध्यापनाचा सराव करण्याची संधी देऊ शकते.

३. अनुकूली अभिप्रायामुळे काही विशिष्ट कौशल्यांमध्ये सुधारणा होऊ शकते.

४. AI च्या मूल्यमापनाला मानवी निरीक्षणाची जोड देणे आवश्यक आहे.

५. तंत्रज्ञानाचा प्रभाव प्रशिक्षणार्थ्यांच्या पूर्वज्ञान, कौशल्य, वापरातील सुलभता आणि अभिप्रायाच्या विश्वासार्हतेवर अवलंबून असतो.

६. भारतीय शिक्षक शिक्षण संस्थांमध्ये AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाच्या परिणामकारकतेवर स्थानिक परिस्थितीशी संबंधित अधिक प्रायोगिक संशोधनाची आवश्यकता आहे.

12. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाची प्रस्तावित कार्यपद्धती

AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन अधिक परिणामकारक करण्यासाठी पुढील प्रशिक्षण प्रक्रिया राबविता येऊ शकते.

पहिला टप्पा : प्रशिक्षण आणि पूर्वतयारी-प्रशिक्षणार्थ्यांना AI ची मूलभूत माहिती, वापरातील मर्यादा, नैतिकता आणि शैक्षणिक उपयोग यांचे प्रशिक्षण द्यावे.

दुसरा टप्पा : पाठनियोजन-प्रशिक्षणार्थ्याने निवडलेल्या घटकावर AI च्या सहाय्याने पाठ आराखडा तयार करावा. त्यामध्ये अध्ययन उद्दिष्टे, अध्यापन मुद्दे, प्रश्न आणि अध्ययन कृतींचा समावेश करावा.

तिसरा टप्पा : सूक्ष्म-अध्यापन-प्रशिक्षणार्थ्याने निर्धारित वेळेत मर्यादित विद्यार्थ्यांसमोर अध्यापन करावे. या प्रक्रियेचे ध्वनिचित्रण करावे.

चौथा टप्पा : AI आधारित विश्लेषण-AI च्या साहाय्याने पुढील घटकांचे प्राथमिक विश्लेषण करावे : अध्यापनातील भाषिक स्पष्टता.प्रश्न विचारण्याचे कौशल्य.वेळेचे व्यवस्थापन.स्पष्टीकरणातील सुसंगती.उदाहरणांचा वापर.अध्यापनातील संवाद.पाठनियोजन आणि अध्यापनातील सुसंगती.

पाचवा टप्पा : मानवी अभिप्राय-प्रशिक्षकाने निरीक्षण सूचीच्या आधारे AI च्या विश्लेषणाची पडताळणी करावी. प्रशिक्षणार्थ्याला आवश्यक सुधारणा स्पष्ट कराव्यात.

सहावा टप्पा : पुनर्नियोजन आणि पुनरध्यापन-प्रशिक्षणार्थ्याने अभिप्रायानुसार अध्यापनात सुधारणा करून पुन्हा सूक्ष्म-अध्यापन करावे.

सातवा टप्पा : अंतिम स्वमूल्यमापन-पहिल्या आणि दुसऱ्या अध्यापन सत्रातील कामगिरीची तुलना करून प्रशिक्षणार्थ्याच्या प्रगतीचे विश्लेषण करावे.

13. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाचे संभाव्य शैक्षणिक परिणाम (Educational Implications)

13.1 अध्यापन कौशल्य विकास

AI च्या साहाय्याने प्रशिक्षणार्थ्याला विशिष्ट अध्यापन कौशल्यांबाबत लक्ष केंद्रित अभिप्राय मिळू शकतो. त्यामुळे कौशल्याधिष्ठित सराव अधिक नियोजित करता येऊ शकतो.

13.2 अध्यापन आत्मविश्वास

वारंवार सराव, अभिप्राय आणि स्वमूल्यमापनामुळे प्रशिक्षणार्थ्याला स्वतःच्या अध्यापनातील प्रगती समजण्यास मदत होऊ शकते.

13.3 चिंतनशील अध्यापन

स्वतःच्या अध्यापनाचे विश्लेषण केल्यामुळे प्रशिक्षणार्थ्यांमध्ये चिकित्सक दृष्टिकोन आणि आत्मपरीक्षणाची सवय विकसित होण्यास मदत होऊ शकते.

13.4 तंत्रज्ञानविषयक क्षमता

AI साधनांचा योग्य वापर केल्यामुळे भावी शिक्षकांची डिजिटल साक्षरता आणि तंत्रज्ञानाधिष्ठित अध्यापन क्षमता विकसित होऊ शकते.

13.5 समावेशक अध्यापन

AI च्या साहाय्याने विविध अध्ययन गरजांनुसार उदाहरणे, प्रश्न आणि अध्ययन साहित्य तयार करता येऊ शकते. मात्र सर्व विद्यार्थ्यांसाठी समान प्रवेशयोग्यता सुनिश्चित करण्यासाठी मानवी नियोजन आवश्यक आहे.

14. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनातील आव्हाने व मर्यादा

AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाच्या अनेक शक्यता असल्या तरी त्याच्या वापरात काही गंभीर मर्यादा आणि आव्हाने आहेत.

१. तांत्रिक सुविधा : सर्व शिक्षक शिक्षण संस्थांमध्ये आवश्यक संगणक, इंटरनेट, ध्वनिचित्रण आणि AI प्रणाली उपलब्ध असतीलच असे नाही.
२. डिजिटल दरी : ग्रामीण आणि शहरी भागांतील प्रशिक्षणार्थ्यांच्या तांत्रिक सुविधांमध्ये असमानता असू शकते.
३. अभिप्रायाची अचूकता : AI कडून मिळणाऱ्या सूचना चुकीच्या, अपुऱ्या किंवा संदर्भविरहित असू शकतात.
४. भाषिक मर्यादा : मराठी आणि इतर भारतीय भाषांमधील अध्यापनाचे विश्लेषण करताना भाषिक संदर्भ, उच्चार आणि स्थानिक बोलींच्या बाबतीत अडचणी येऊ शकतात.
५. डेटा गोपनीयता : प्रशिक्षणार्थ्यांच्या ध्वनिचित्रफिती आणि वैयक्तिक माहितीचे संरक्षण करणे आवश्यक आहे.
६. AI वरील अतिअवलंबित्व : प्रशिक्षणार्थ्यांनी स्वतःच्या विचारक्षमतेपेक्षा AI च्या सूचनांवर अवलंबून राहू नये.
७. मानवी संवेदनशीलता : विद्यार्थ्यांच्या भावना, सामाजिक संदर्भ, वर्गातील अनपेक्षित परिस्थिती आणि मानवी संबंधांचे पूर्ण आकलन AI प्रणालीला होईलच असे नाही.
८. पूर्वग्रह आणि पक्षपात : AI प्रणालींच्या प्रशिक्षण डेटामधील पूर्वग्रहांमुळे काही प्रकारचे मूल्यमापन अन्यायकारक ठरू शकते.
९. खर्च आणि प्रशिक्षण : AI साधनांचा वापर करण्यासाठी प्रशिक्षकांचे प्रशिक्षण, तांत्रिक सुविधा आणि आर्थिक तरतूद आवश्यक आहे.
१०. मूल्यमापनाची वैधता : AI ने दिलेला गुण किंवा अभिप्राय हा प्रत्यक्ष अध्यापन कौशल्याचा अचूक निर्देशांक आहे का, याची स्वतंत्र पडताळणी आवश्यक आहे.

15. संशोधनाचे प्रमुख निष्कर्ष (Major Findings)

प्रस्तुत सैद्धांतिक व चिकित्सक साहित्य समीक्षेच्या आधारे पुढील निष्कर्ष मांडता येतात.
१. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन हे आधुनिक शिक्षक शिक्षणातील एक उदयोन्मुख तंत्रज्ञानाधिष्ठित प्रशिक्षण माध्यम आहे.
२. AI आधारित अभिप्रायामुळे प्रशिक्षणार्थ्यांच्या अध्यापनातील काही निरीक्षणीय घटकांचे विश्लेषण अधिक संरचित स्वरूपात करता येऊ शकते.
३. AI च्या साहाय्याने पाठनियोजन, प्रश्ननिर्मिती आणि अध्ययन साहित्य निर्मितीच्या प्रक्रियेला सहाय्य मिळते.
४. AI आधारित सिम्युलेशन आणि अनुकूली अभिप्राय भावी शिक्षकांच्या निदानात्मक विचारक्षमतेच्या विकासासाठी उपयुक्त ठरू शकतात.
५. AI आणि मानवी प्रशिक्षक यांचा संयुक्त वापर प्रशिक्षण प्रक्रियेला अधिक संतुलित स्वरूप देऊ शकतो.
६. AI आधारित अभिप्रायाची विश्वासार्हता, उपयुक्तता आणि संदर्भसुसंगती यांची पडताळणी करणे आवश्यक आहे.
७. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनामध्ये प्रशिक्षणार्थ्यांच्या स्वमूल्यमापन आणि चिंतनशील अध्यापनाला प्रोत्साहन देण्याची क्षमता आहे.
८. शिक्षक शिक्षणामध्ये AI चा वापर करताना नैतिकता, डेटा गोपनीयता आणि मानवी निर्णयक्षमता यांना प्राधान्य देणे आवश्यक आहे.

९. भारतीय भाषांमध्ये AI आधारित अध्यापन विश्लेषणाची अचूकता आणि उपयुक्तता तपासण्यासाठी अधिक संशोधनाची गरज आहे.

१०. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन हे पारंपरिक सूक्ष्म-अध्यापनाची जागा घेणारे तंत्र नसून त्याची गुणवत्ता वाढविणारे पूरक माध्यम ठरू शकते.

16. शैक्षणिक शिफारशी (Educational Recommendations)

प्रस्तुत अभ्यासाच्या आधारे पुढील शिफारशी सुचविण्यात येतात.

१. बी.एड. आणि एम.एड. अभ्यासक्रमामध्ये AI साक्षरतेशी संबंधित प्रशिक्षण घटकांचा समावेश करावा.

२. शिक्षक शिक्षण संस्थांमध्ये AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनासाठी आवश्यक तांत्रिक सुविधा उपलब्ध करून द्याव्यात.

३. प्रशिक्षणार्थ्यांना ChatGPT, Gemini आणि इतर AI साधनांचा शैक्षणिक वापर शिकवावा.

४. AI अभिप्रायासोबत प्राध्यापक आणि सहकारी प्रशिक्षणार्थ्यांचा अभिप्राय अनिवार्यपणे समाविष्ट करावा.

५. प्रशिक्षणार्थ्यांच्या अध्यापनाचे मूल्यमापन करण्यासाठी प्रमाणित निरीक्षण सूची आणि कौशल्याधिष्ठित मूल्यमापन श्रेणी विकसित करावी.

६. AI वापरताना वैयक्तिक माहितीचे संरक्षण, संमती आणि शैक्षणिक नैतिकतेचे पालन करावे.

७. मराठीसह भारतीय भाषांमध्ये AI आधारित अध्यापन विश्लेषणासाठी संशोधन आणि साधनविकासाला प्रोत्साहन द्यावे.

८. शिक्षक शिक्षण संस्थांमधील प्राध्यापकांसाठी AI आधारित अध्यापन प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित करावेत.

९. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाची परिणामकारकता तपासण्यासाठी दीर्घकालीन आणि प्रायोगिक संशोधन हाती घ्यावे.

१०. AI ला शिक्षकाचा पर्याय न मानता शिक्षकाच्या व्यावसायिक क्षमतेला पूरक साधन म्हणून वापरावे.

17. संशोधनाच्या मर्यादा (Limitations of the Study)

प्रस्तुत संशोधन हे उपलब्ध दुय्यम साहित्यावर आधारित चिकित्सक स्वरूपाचे आहे. प्रत्यक्ष प्रशिक्षणार्थ्यांची निवड करून प्रायोगिक हस्तक्षेप करण्यात आलेला नाही. त्यामुळे AI आधारित आणि पारंपरिक सूक्ष्म-अध्यापन यांच्यातील परिणामकारकतेचा सांख्यिकीय तुलनात्मक निष्कर्ष या अभ्यासातून देता येत नाही.तसेच विविध AI साधनांची कार्यक्षमता, भाषिक क्षमता आणि तांत्रिक वैशिष्ट्ये वेगवेगळी असू शकतात. त्यामुळे प्रस्तुत निष्कर्षांचे सर्व शिक्षक शिक्षण संस्थांना सार्वत्रिकीकरण करताना काळजी घेणे आवश्यक आहे.

18. निष्कर्ष (Conclusion)

1.वर्तमान तंत्रज्ञानप्रधान युगात शिक्षक शिक्षणाच्या गुणवत्तावाढीसाठी कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा योग्य आणि जबाबदार वापर करणे आवश्यक झाले आहे. भावी शिक्षकांच्या अध्यापन कौशल्यांचा विकास करण्यासाठी सूक्ष्म-अध्यापन हे एक प्रभावी प्रशिक्षण तंत्र आहे. या पारंपरिक प्रशिक्षण प्रक्रियेमध्ये AI चा समावेश केल्यास अध्यापन नियोजन, निरीक्षण, अभिप्राय, स्वमूल्यमापन आणि पुनरध्यापन या घटकांना अधिक तंत्रज्ञानाधिष्ठित स्वरूप प्राप्त होऊ शकते.

2. AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनामुळे प्रशिक्षणार्थ्यांच्या अध्यापनातील काही निरीक्षणीय घटकांचे विश्लेषण, कौशल्याधिष्ठित अभिप्राय आणि वैयक्तिक सुधारणा शक्य होऊ शकतात. मात्र केवळ तंत्रज्ञानाचा वापर केल्याने प्रभावी अध्यापन आपोआप निर्माण होत नाही. प्रभावी अध्यापनासाठी विषयज्ञान, अध्यापनशास्त्रीय समज, विद्यार्थ्यांच्या गरजांचे आकलन, मानवी संवेदनशीलता, चिकित्सक

विचार आणि नैतिक जबाबदारी आवश्यक असते.म्हणूनच शिक्षक शिक्षणामध्ये AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापनाचा वापर करताना मानवी प्रशिक्षकाचे मार्गदर्शन, प्रमाणित मूल्यमापन, प्रशिक्षणार्थ्यांचे स्वमूल्यमापन आणि तंत्रज्ञानाची पडताळणी यांचा समन्वय साधणे गरजेचे आहे.

3.प्रस्तुत अभ्यासातून असे अधोरेखित होते की, AI आधारित सूक्ष्म-अध्यापन हे शिक्षक प्रशिक्षणाच्या पारंपरिक प्रक्रियेला आधुनिक तंत्रज्ञानाची जोड देणारे, वैयक्तिक अभिप्रायाला चालना देणारे आणि भावी शिक्षकांच्या व्यावसायिक विकासासाठी संभाव्यतः उपयुक्त असे पूरक प्रशिक्षण तंत्र आहे. या तंत्राची प्रत्यक्ष परिणामकारकता सिद्ध करण्यासाठी भारतीय शिक्षक शिक्षण संस्थांमध्ये नियंत्रित प्रायोगिक आणि दीर्घकालीन संशोधनाची आवश्यकता आहे.

19. संदर्भसूची :

A) English

1. *Allen, D. W., & Ryan, K. A. (1969). Microteaching. Addison-Wesley Publishing Company.*
2. *Bauer, E., Sailer, M., Niklas, F., Greiff, S., Sarbu-Rothsching, S., Zottmann, J. M., Kiesewetter, J., Stadler, M., Fischer, M. R., Seidel, T., Urhahne, D., Sailer, M., & Fischer, F. (2025). AI-based adaptive feedback in simulations for teacher education: An experimental replication in the field. Journal of Computer Assisted Learning, 41(1), e13123. https://doi.org/10.1111/jcal.13123*
3. *Lee, G., Yoo, Y., & Lee, S. (2026). Preservice special education teachers' acceptance of an AI-based microteaching evaluation and feedback system: A pre–post UTAUT mixed-methods study. Behavioral Sciences, 16(10), 1818. https://doi.org/10.3390/bs16101818*
4. *Miao, F., & Cukurova, M. (2024). AI competency framework for teachers. UNESCO. https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers*
5. *Yuan, Z., Zhong, X., Huang, W., Li, Z., Tang, X., & Tan, Q. (2025). GenAI-enabled microteaching lesson study: Developing prospective secondary mathematics teachers' TPACK in an online summer camp. International Journal for Lesson and Learning Studies, 14(3), 298–317.*
6. *Zhang, C., Hu, M., Wu, W., Chen, Y., Wang, K., Gao, T., & Fu, Q. (2026). AI versus teacher feedback in developing pre-service teachers' teaching self-efficacy: A quasi-experimental study in simulated teaching. Teaching and Teacher Education, 172, Article 105355. https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105355*
7. *Mikeska, J. N., Bhatia, A., Halder, S., Maxwell, T., Beigman Klebanov, B., Longwill, B., Behl, K., & Shekell, C. (2025). Generative AI teaching simulations as formative assessment tools within preservice teacher preparation. In Proceedings* of the AI in Education Conference. Association for Computational Linguistics Anthology.

B) मराठी संदर्भग्रंथ सूची :

1. सांगेलकर, मुग्धा प्रभाकर. (२०२४). मराठी अध्यापन पद्धती (Pedagogy of Marathi). हिमालय पब्लिशिंग हाऊस.
2. बागणे, मयूर. (२०२६). शिक्षकांसाठी : कृत्रिम बुद्धिमत्ता.
3. सोनटक्के, राजाराम तुकाराम. (२०२५). कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) उच्च शिक्षणात सक्षम परिवर्तन: अध्ययन, अध्यापन आणि प्रशासन.